

10

Ladeluftkühler für Kraftfahrzeuge

15

Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager für Kraftfahrzeuge, insbesondere einen Ladeluftkühler, insbesondere für Nutzfahrzeuge nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

20

25

30

35

Wärmeübertrager, wie beispielsweise Ladeluftkühler für heutige Kraftfahrzeuge weisen oft einen gelöteten Wärmeübertragerblock auf, der aus Flachrohren, Wellrippen sowie Rohrböden, welche die Rohrenden aufnehmen, aufgebaut ist. Auf die Rohrböden sind Sammelkästen, beispielsweise so genannte Luftkästen aufgesetzt und mit diesen dicht verbunden. Die Sammelkästen sind – auch bei Nutzfahrzeugen – häufig aus Kunststoff hergestellt und mit den Rohrböden mechanisch, z. B. durch eine Bördelverbindung mit Gummidichtung verbunden. Teilweise sind die Sammelkästen auch als Aluminiumgusskästen ausgebildet, welche mit den ebenfalls aus einem Aluminiumwerkstoff hergestellten Rohrböden verschweißt sind. Ladeluftkühler mit Luftkästen aus Kunststoff wurden beispielsweise durch die DE-A 199 53 785 und die DE-A 199 53 787 der Anmelderin bekannt. Bei höheren Temperaturen, z. B. über 220 Grad Celsius der Ladeluft, wie sie bei zukünftigen Entwicklungen zu erwarten sind, halten Luftkästen aus Kunststoff den Beanspruchungen aus Druck und Temperatur nicht mehr stand – in diesem Fall werden Luftkästen aus einem metallischen Werkstoff, z. B. einem Aluminiumguss eingesetzt. Diese Guss-Luftkästen werden in einem Kokillengussverfahren hergestellt, welches vielfältige gestalterische Möglichkeiten bietet, jedoch sehr aufwendig und kostenintensiv ist.

BEST AVAILABLE COPY

- 2 -

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Wärmeübertrager der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass die Sammelkästen höheren Temperaturen und Drücken standhalten, ohne dass die Herstellkosten wesentlich ansteigen.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass mindestens ein Teil zumindest eines Sammelkastens aus einem Halbzeug durch eine Innen-Hochdruck-Umformung (IHU) hergestellt wird. Durch Verwendung eines metallischen Halbzeuges können die aufgrund von Temperatur und Druck auftretenden Beanspruchungen beherrscht werden. Darüber hinaus wird das kostenaufwendige Kokillengussverfahren vermieden und stattdessen ein kostengünstiges Halbzeug verwendet, welches durch das kostengünstige IHU-Verfahren verformt wird.

Die Innen-Hochdruck-Umformung, das so genannte IHU-Verfahren ist an sich bekannt, z. B. aus der DE-A 102 04 107 für ein metallisches Gehäuse eines Abgaswärmeübertragers, in welches mittels IHU eine Dehnungssicke eingeformt ist. Beim IHU-Verfahren, auch Hydroformen genannt, werden geschlossene Gehäuseteile mittels eines flüssigen Druckmediums (Wasser) „aufgeblasen“. Die zu verformenden Teile werden in Werkzeugformen der entsprechenden Kontur eingelegt und dann von innen mittels einer Druckflüssigkeit derart beaufschlagt, dass sich das Material des Gehäuses an die Kontur des Werkzeuges anlegt.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird nur der Deckel aus einem Halbzeug im IHU-Verfahren verformt und mit einem konventionellen Rohrboden verschweißt. Diese Maßnahme bringt bereits eine Reduzierung der Herstellkosten, insbesondere wenn vorteilhafterweise ein Aluminiumwalzblech als Halbzeug für den Deckel verwendet wird.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung können sowohl der Deckel als auch der Rohrboden aus einem Halbzeug durch das IHU-Verfahren hergestellt werden. Die Integration des Rohrbodens bringt eine

- 3 -

weitere Kostenreduzierung, da Boden und Deckel aus demselben Halbzeug, vorteilhafterweise einem extrudierten Aluminiumrohr hergestellt werden. Die Formgebung des gesamten, aus Boden und Deckel bestehenden Sammelkastens kann durch das IHU-Verfahren erfolgen, womit sich eine Vielzahl von Möglichkeiten hinsichtlich der Formgebung ergeben.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird der gesamte Sammelkasten, bestehend aus Boden, Deckel und Stützen einstückig aus einem Halbzeug mittels IHU-Verfahren hergestellt. Dies geschieht vorteilhafterweise unter Verwendung eines extrudierten Aluminiumhalbzeugrohres, welches zur Ausbildung eines Anschlussstützens für den Sammelkasten zunächst vorgebogen wird, sodass der Stützen seine Richtung gegenüber dem übrigen Luftkasten erhält. Danach wird in das beispielsweise kreisrunde Halbzeug eine Längssicke durch Drücken von außen eingebracht, d. h. über einen Teil der Länge des Sammelkastens, sodass sich ein vom Stützen zur gegenüberliegenden Stirnseite hin verjüngender Sammelkastenquerschnitt ergibt. Diese Formgebung begünstigt die Strömung eines Mediums im Sammelkasten. Darüber hinaus ergibt sich durch diese Abflachung des Sammelkastens der Vorteil verbesserter Einbaubedingungen in einem Kraftfahrzeug. Die Endform wird durch IHU hergestellt, indem das Halbzeugmaterial von innen durch den Hochdruck an die Kontur des Werkzeuges gedrückt wird. Die Vorteile dieses erfindungsgemäß hergestellten Sammelkastens sind hohe Temperatur- und Innendruckfestigkeit wegen des verwendeten Halbzeugmaterials und des geschlossenen Querschnittes sowie geringe Herstellkosten aufgrund des kostengünstigen IHU-Verfahrens.

Der Stützen ist vorteilhafterweise als stirnseitige Verlängerung des Sammelkastens ausgebildet. Bei einer Variante ist anstelle des stirnseitigen Stützens oder zusätzlich zu dem stirnseitigen Stützen ein Stützen seitlich am Sammelkasten angeordnet, insbesondere an den Sammelkasten angeschweißt oder angelötet.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Stirnfläche, die dem Stützen gegenüberliegt, durch einen einlötbaren Deckel verschlossen.

- 4 -

Damit werden eine dichte und druckfeste Verbindung und ein Abschluss des Sammelkastens erreicht.

5 Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der Stutzen als Verlängerung des Sammelkastens ausgebildet und/oder deckt eine Stirnfläche des Sammelkastens durch den Stutzen ab.

10 Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden die Öffnungen, so genannte Durchzüge im Boden des Sammelkastens durch Stanzen hergestellt, und zwar insbesondere durch Stanzen gegen hydraulischen Innen-Hochdruck, wie es aus der DE-A 195 32 860 der Anmelderin bekannt ist. Dieses Verfahren bietet den Vorteil einer „technologiereinen“ Fertigung, da sowohl für die Formgebung des Sammelkastens als auch für die Herstellung der Durchzüge ein hydraulischer Innenhochdruck aufgebaut wird, wobei dieselben Vorrichtungen verwendbar sind. Dies reduziert die Fertigungskosten und hat darüber hinaus unter Umständen den Vorteil einer nicht spangebenden Umformung.

20 Nach einer vorteilhaften Variante werden die Öffnungen im Boden fakultativ vorgestanzt und durch Durchziehen hergestellt, wobei das Durchziehen besonders bevorzugt gegen einen hydraulischen Innenhochdruck erfolgt. Auch dies reduziert die Fertigungskosten und hat darüber hinaus unter Umständen den Vorteil einer nicht spangebenden Umformung.

25 Der Sammelkasten ist vorzugsweise mit einer Wandstärke ausgeführt, die insbesondere durchgehend zwischen 2 mm und 5 mm, besonders bevorzugt zwischen 3 mm und 4 mm liegt. Insbesondere die Druckstabilität des Wärmeübertragers wird hierdurch gesteigert, ohne dass der Fertigungsaufwand unzumutbar ansteigt.

30 Nach vorteilhaften Ausführungen weist der Boden eine Krümmung auf und/oder der Sammelkasten weist einen insbesondere durchgehend stufenlosen und/oder knickfreien Querschnitt auf. Hierdurch wird der Sammelkasten im Falle einer Druckbeaufschlagung unter Umständen weniger verformt und seine Druckstabilität gesteigert. Besonders vorteilhaft beträgt dabei ein

35

- 5 -

Krümmungsradius der Krümmung des Bodens insbesondere durchgehend zwischen 100 mm und 400 mm, vorzugsweise zwischen 200 mm und 300 mm. Im Übergangsbereich zum Deckel beträgt ein Krümmungsradius des Bodens, hier im Querschnitt betrachtet, vorzugsweise zwischen 5 mm und 20 mm, besonders bevorzugt zwischen 10 mm und 15 mm. Bei Einhaltung eines oder mehrerer Parameter innerhalb der genannten Bereiche weist ein erfindungsgemäßer Wärmeübertrager unter Umständen eine besonders hohe Druckstabilität auf.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im Folgenden näher beschrieben. Es zeigen

- Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Ladeluftkühler,
- Fig. 2 einen Eckausschnitt des erfindungsgemäßen Ladeluftkühlers gemäß Fig. 1,
- Fig. 3 einen ersten Querschnitt durch einen Luftkasten des Ladeluftkühlers gemäß Fig. 1 und 2 und
- Fig. 4 einen zweiten Querschnitt durch den Luftkasten.

Fig. 1 zeigt einen erfindungsgemäßen Ladeluftkühler 1 mit einem Wärmeübertragerblock 2 und beiderseits angeordneten Luftkästen 3, 4. Der Wärmeübertragerblock 2 besteht aus Flachrohren 5 und zwischen diesen angeordneten Wellrippen, welche von Umgebungsluft überströmt werden. Die Rohre 5 münden in die Luftkästen 3, 4 und sind mit diesen sowie mit den Wellrippen 6 verlötet. Alle Teile, Rohre 5, Wellrippen 6 und Luftkästen 3, 4 bestehen aus Aluminiumlegierungen. Jeder der beiden Luftkästen 3, 4 ist einstückig ausgebildet und besteht aus drei Abschnitten (erläutert für den Luftkasten 4), nämlich einem Anschlussstutzen 7, einem zylindrischen Teil 8 (nicht kreiszylindrisch) und einem konischen bzw. abgeflachten Teil 9, welches eine in Längsrichtung des Luftkastens 4 verlaufende Längssicke 10 aufweist. Der Stutzen 7 weist einen geraden Teil 7a auf, der sich fluchtend an den geraden Luftkastenteil 8 anschließt, und einen etwa um 90° bis 120° abgewinkelten Krümmer 7b. Der Luftkasten 3 ist spiegelbildlich zum Luftkasten 4 ausgebildet und weist einen Ladeluft-Eintrittsstutzen 11 auf. Die Ladeluft, welche von einem nicht dargestellten Kompressor eines Kräftfahr-

- 6 -

zeuges verdichtet wurde und eine erhöhte Temperatur aufweist, tritt in den Eintrittsstutzen 11 ein, wird über den Luftkasten 3 verteilt, durchströmt den Wärmeübertragerblock 2 bzw. dessen Rohre 5 in einer Richtung und gelangt in den gegenüberliegenden Luftkasten 4, aus welchem die Ladeluft durch den Austrittsstutzen 7 austritt. Da der Ladeluftkühler 1 in diesem Fall symmetrisch aufgebaut ist, ist eine umgekehrte Strömungsrichtung, d. h. Eintritt in den Stutzen 7 und Austritt durch den Stutzen 11 ebenso möglich. Der Ladeluftkühler 1 ist – wie aus dem eingangs zitierten Stand der Technik bekannt – im vorderen Motorraum des Kraftfahrzeuges angeordnet, vielfach als Teil eines Kühlmoduls.

Fig. 2 zeigt einen Eckbereich des Ladeluftkühlers 1 gemäß Fig. 1 mit dem Luftkasten 4, in welchen die Rohre 5 münden. Der Wärmeübertragerblock 2 ist seitlich durch ein Seitenteil 12 abgeschlossen. Der Luftkasten 4 weist eine Stirnfläche 13 auf, welche durch einen eingelöteten Deckel 14 verschlossen ist. In der Stirnfläche 13 ist das Profil der Längssicke 10 deutlich zu erkennen.

Fig. 3 zeigt einen Schnitt durch den Luftkasten 4 etwa im Bereich der Schnittlinie III-III in Fig. 1 und im Bereich eines Rohres 5, wobei das Rohr 5 weggelassen ist. Der Luftkasten 4 weist einen geschlossenen, einstückigen Querschnitt 15 auf, da er aus einem geschlossenen Rohr, einem extrudierten Aluminiumhalbzeugrohr hergestellt ist. Der Querschnitt 15 ist durch einen leicht nach außen gewölbten Bodenbereich 15a, zwei etwa senkrecht dazu verlaufende Wandbereiche 15b, 15c sowie einen dem Bodenbereich 15a gegenüberliegenden, durch die Sicke 10 geprägten Sickenbereich 15d gekennzeichnet. Die Wandbereiche 15b, 15c und der anschließende Sickenbereich 15d bilden den „Deckel“ des Luftkastens 4 und der Bodenbereich 15a den „Boden“. Boden und Deckel sind somit integriert und bilden zusammen den Luftkasten 4. Innerhalb des leicht gewölbten Bodens 15a ist eine längliche Öffnung 16 angeordnet, welche in ihrem Querschnitt dem Querschnitt der Rohre 5 bzw. deren Rohrenden entspricht, die in diese Öffnungen eingelötet werden. Der Querschnitt 15 weist eine Querschnittsfläche 17 auf.

- 7 -

Fig. 4 zeigt einen weiteren Schnitt durch den Luftkasten 4 im Bereich des zylindrischen Abschnittes 8 entlang der Linie IV-IV in Fig. 1. Der Luftkasten 4 weist in dem Bereich 8 einen geschlossenen Querschnitt 18 auf, der durch einen leicht gewölbten Boden 18a und einen teilweise gewölbten, teilweise geradlinig verlaufenden Deckelbereich 18b gekennzeichnet ist. Im Boden 18a ist eine längliche Öffnung 19 (Durchzug) zur Aufnahme eines nicht dargestellten Rohres angeordnet. Auch aus diesem Querschnitt 18 ist die Integration von Deckel und Boden erkennbar. Es ist auch möglich, den Luftkasten 4 über seine gesamte Länge mit dem Querschnitt 18, d. h. einem konstanten Querschnitt auszubilden, wenn auf den abgeflachten Teil 9 (vgl. Fig. 1) aus Einbaugründen verzichtet werden kann.

Die Herstellung des Luftkastens 4 und des Luftkastens 3 erfolgt nach folgendem Verfahren: Ausgangsmaterial ist ein Aluminiumhalbzeugrohr, welches hinsichtlich seiner Wandstärke an die Druck- und Temperaturbelastung des Ladeluftkühlers angepasst ist. Das extrudierte Halbzeugrohr, welches einen kreisförmigen Querschnitt aufweist, wird zunächst abgelängt (auf Länge geschnitten), danach wird der Anschlussstutzen (7, 11) vorgebogen, d. h. er erhält in diesem Verfahrensschritt seinen Biegeradius und seine Richtung. Danach wird das Rohr in eine Vorrichtung eingelegt und erhält durch Druck von außen mittels eines nicht dargestellten keilförmigen Werkzeuges eine Vorform der endgültigen Längssicke 10. Anschließend wird das Rohr in eine Werkzeugform für die Innenhochdruckumformung eingelegt und mit Innenhochdruck beaufschlagt, sodass sich die Rohrwand des Rohres an die Innenkontur der Werkzeugform anlegt. Damit ist die endgültige Form des Luftkastens (4, 3) erreicht. Die Längssicke 10 erstreckt sich – wie in Fig. 1 dargestellt – nur über einen Teil der Länge des Luftkastens 4, kann sich jedoch auch über den gesamten oder einen geringeren Teil der Gesamtlänge erstrecken. Die Sicke 10 ist – wie auch aus Fig. 1 erkennbar – konisch ausgebildet, d. h. sie nimmt hinsichtlich ihrer Tiefe und ihrer Breite in Richtung auf das dem Stutzen 7 abgewandte Ende des Luftkastens 4 zu. Der Querschnitt der Längssicke 10 ist aus Fig. 3 erkennbar, er ist durch eine Breite B, eine Tiefe T und eine grau angelegte Querschnittsfläche 10a gekennzeichnet. Die Querschnittsfläche 10a nimmt in einer vom Stutzen 7 ausgehenden Richtung zu, d. h. die Querschnittsfläche 17 des Luftkastens 4 wird mit zunehmendem

- 8 -

- Abstand vom Ein- bzw. Austrittsstutzen 7 kleiner, der Umfang des Luftkastens 4 bleibt dagegen im Wesentlichen konstant bzw. wächst maximal um einen Bereich von 10 % bis 15 %. Diese Querschnittsverminderung kommt den Strömungsbedingungen in den Luftkästen entgegen, da der Volumenstrom an Ladeluft in Richtung auf die Stutzen aufgrund der Rohrverteilung zunimmt. Die Abschrägung des Luftkastens 4 im Bereich des Abschnittes 9 erfolgt jedoch auch aus Einbaugründen, um in diesem Bereich Raum zu gewinnen.
- Die Öffnungen 16 (vgl. Fig. 3) in dem Boden 15 des Luftkastens 4 können vorzugsweise durch Stanzen hergestellt werden, wobei anstelle einer Matrize im Inneren des Querschnittes ein hydraulischer Innenhochdruck aufgebaut wird. Dieses Verfahren zum Herstellen von Durchzügen in Rohren ist durch die DE-A 195 32 860 der Anmelderin bekannt. Es bietet den Vorteil einer spanlosen Herstellung. Darüber hinaus können die gleichen Vorrichtungen wie für die Innenhochdruckumformung der Luftkästen 3, 4 verwendet werden.

20

Patentansprüche

- 5 1. Wärmeübertrager, insbesondere Ladeluftkühler für Kraftfahrzeuge, insbesondere für Nutzfahrzeuge, mit einem aus Rohrenden aufweisenden Rohren (5) und insbesondere aus zwischen den Rohren (5) angeordneten Rippen (6) bestehenden Wärmeübertragerblock (2) und
10 zumindest einem seitlich angeordneten Sammelkasten (3, 4) zur Ein- oder Ausleitung eines Mediums, wobei der zumindest eine Sammelkasten (3, 4) einen Boden mit Öffnungen zur Aufnahme der Rohrenden, einen Deckel sowie einen Ein- oder Auslassstutzen (7, 11) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Sammelkasten (3, 4) mindestens teilweise durch Innen-Hochdruck-Umformung (IHU) eines metallischen Halbzeuges hergestellt ist.
- 15 2. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass nur der Deckel durch IHU hergestellt und mit dem Boden verschweißt ist.
- 20 3. Wärmeübertrager nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Halbzeug ein gewalztes Aluminiumblech ist.
- 25 4. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass nur der Deckel und der Boden durch IHU einstückig aus einem Halbzeug hergestellt und mit dem Stutzen (7, 11) stoffschlüssig verbunden, insbesondere verschweißt oder verlötet sind.
- 30 5. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Boden, der Deckel und der Stutzen einstückig durch IHU hergestellt sind.
- 35 6. Wärmeübertrager nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Halbzeug ein extrudiertes Aluminiumrohr ist.

- 10 -

7. Wärmeübertrager nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Stutzen (7, 11) vor dem IHU-Prozess vorgebogen ist.
- 5 8. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teil (9) des Deckels des Sammelkastens (4) eine durch Drücken (von außen) und/oder IHU (von innen) hergestellte Längssicke (10) aufweist.
- 10 9. Wärmeübertrager nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Längssicke (10) konisch ausgebildet ist, und einen Querschnitt (10a) aufweist, der in einer vom Stutzen (7) wegweisenden Richtung zunimmt, während die Querschnittsfläche (17) des Sammelkastens (4) abnimmt.
- 15 10. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Sammelkasten (4) nach dem IHU-Prozess mindestens eine offene Stirnfläche (13) aufweist, die durch einen einlötbaren Deckel (14) geschlossen ist.
- 20 11. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnungen im Boden (15) durch Stanzen, insbesondere durch Stanzen gegen einen hydraulischen Innenhochdruck hergestellt sind.
- 25 12. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnungen im Boden (15) durch Vorstanzen vor der IHU und/oder Durchziehen, insbesondere Durchziehen gegen einen hydraulischen Innenhochdruck hergestellt sind.
- 30 13. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Sammelkasten eine Wandstärke aufweist, die zumindest bereichsweise, vorzugsweise größtenteils größer als 2 mm, insbesondere größer als 3 mm ist.

- 11 -

14. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Sammelkasten eine Wandstärke aufweist, die zumindest bereichsweise, vorzugsweise größtenteils kleiner als 5 mm, insbesondere kleiner als 4 mm ist.
- 5
15. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Boden eine Krümmung aufweist, die zumindest bereichsweise, vorzugsweise größtenteils einen Krümmungsradius größer als 100 mm, insbesondere größer als 200 mm aufweist.
- 10
16. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Boden eine Krümmung aufweist, die zumindest bereichsweise, vorzugsweise größtenteils einen Krümmungsradius kleiner als 400 mm, insbesondere kleiner als 300 mm aufweist.
- 15
17. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Boden im Übergangsbereich zum Deckel eine Krümmung aufweist, die zumindest bereichsweise, vorzugsweise größtenteils einen Krümmungsradius größer als 5 mm, insbesondere größer als 10 mm aufweist.
- 20
18. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Boden im Übergangsbereich zum Deckel eine Krümmung aufweist, die zumindest bereichsweise, vorzugsweise größtenteils einen Krümmungsradius kleiner als 20 mm, insbesondere kleiner als 15 mm aufweist.
- 25
19. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Sammelkasten zumindest bereichsweise, vorzugsweise größtenteils einen stufen- und/oder knickfreien Querschnitt aufweist.
- 30

- 12 -

20. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Stutzen als stirnseitige Verlängerung des Sammelkastens ausgebildet und insbesondere gekrümmt ist.
- 5 21. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Stutzen seitlich am Sammelkasten angeordnet ist.

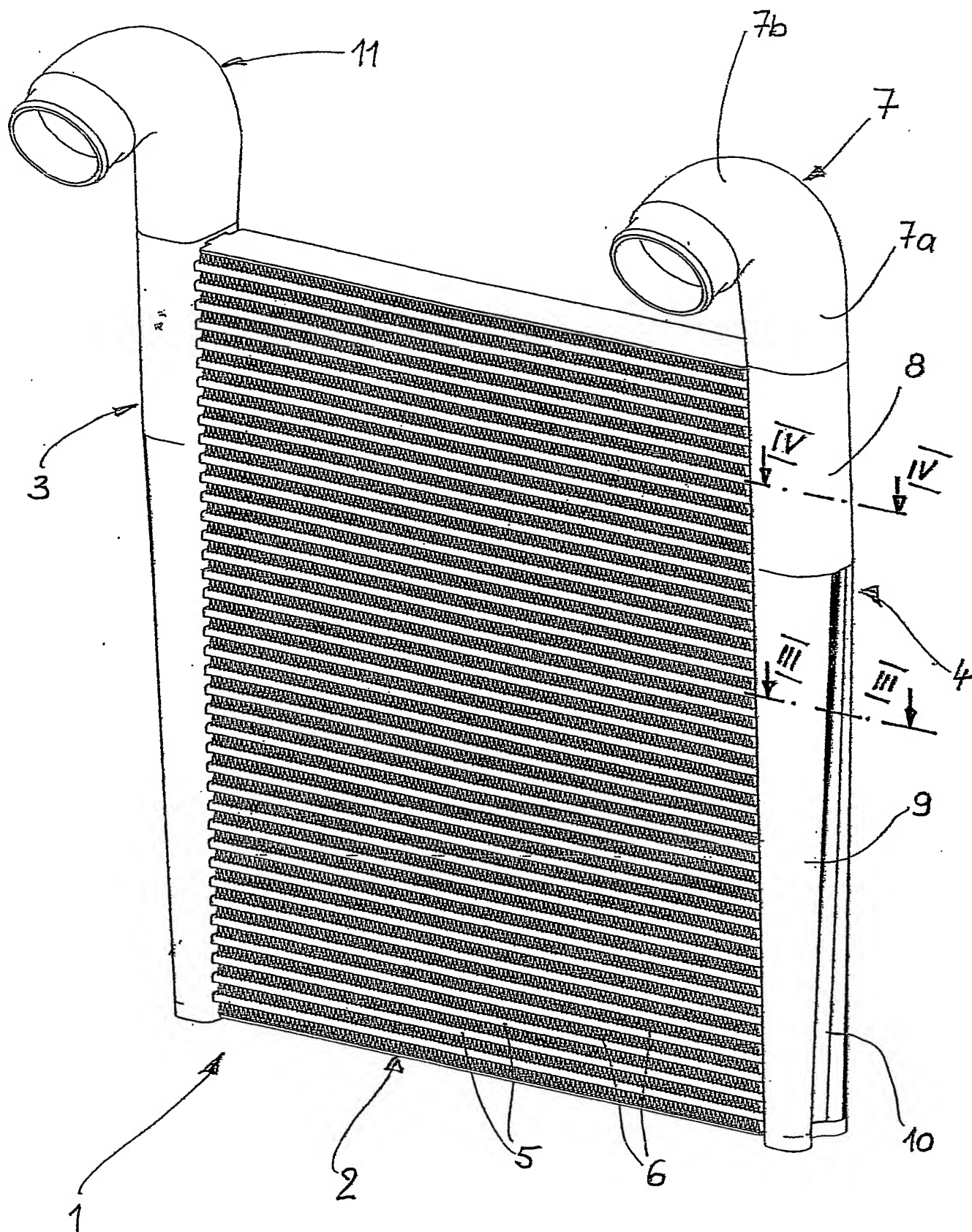
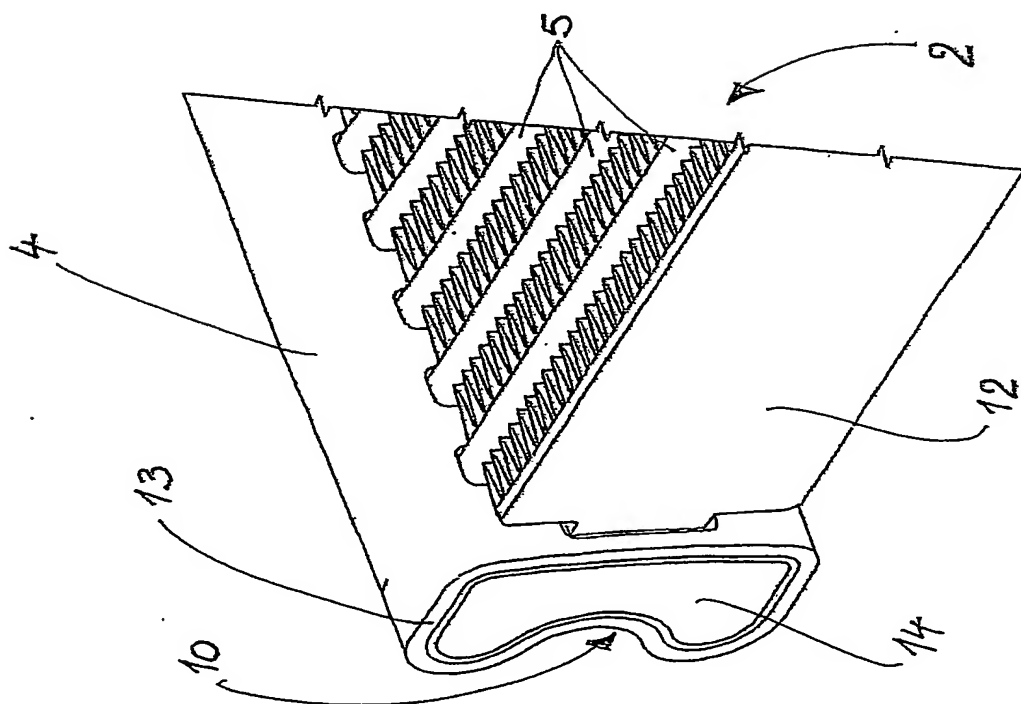
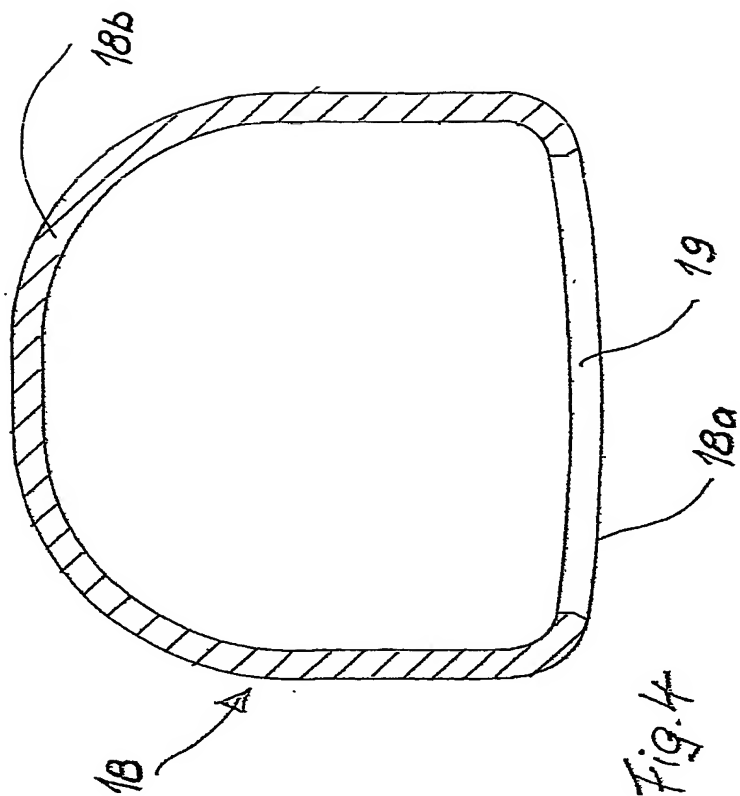
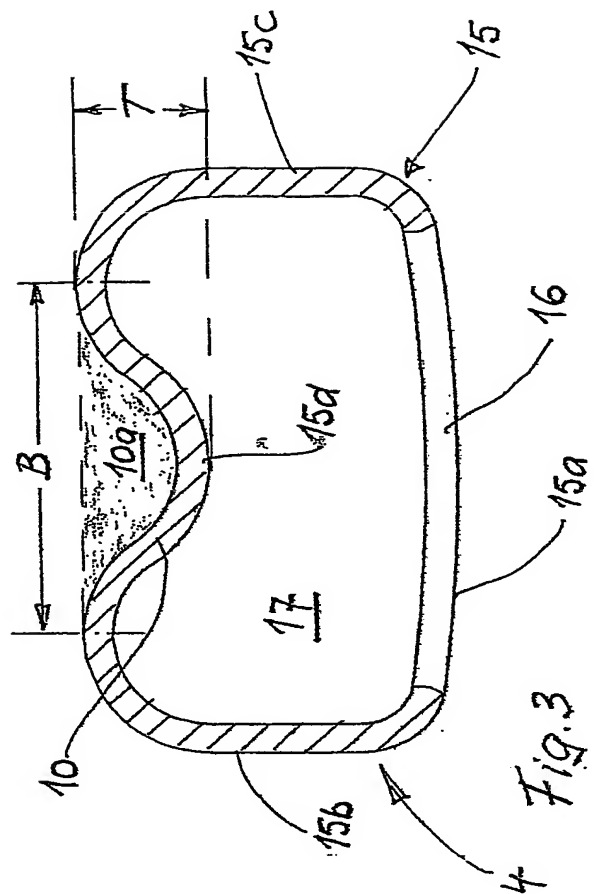


Fig. 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/010919

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F28F9/02 F28F27/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F28F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 100 56 074 A1 (BEHR GMBH & CO) 8 May 2002 (2002-05-08) column 3, line 20 - line 27 column 6, line 26 - line 44; figures 1,2,4	1,5,10, 21
X	EP 0 900 605 A (DELPHI TECHNOLOGIES, INC) 10 March 1999 (1999-03-10) column 6, line 3 - column 7, line 37 column 8, line 55 - column 9, line 26; figures 1-16	1,4,10, 11,19,21
X	DE 196 47 964 A1 (DAIMLER-BENZ AKTIENGESSELLSCHAFT, 70567 STUTTGART, DE; DAIMLERCHRYSLER) 28 May 1998 (1998-05-28) column 6, line 15 - column 7, line 31; figures 1,4a-5b	1,4,11

-/--

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 February 2005

Date of mailing of the international search report

02/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Beltzung, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/010919

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 99/60322 A (LATTIMORE & TESSMER, INC; HIGGINS, TERRY) 25 November 1999 (1999-11-25) page 3, line 28 - page 6, line 24; figures 1-11	1,5,21
A	-----	4,8,11
A	WO 95/31635 A (ZEUNA-STAERKER GMBH & CO. KG; BOEHM, ALFONS; GRESCHER, BERNHARD; SANTI) 23 November 1995 (1995-11-23) page 8, line 19 - page 11, line 11; figures 1-5	1-7,20
A	-----	1-8
A	US 5 090 477 A (SPROW ET AL) 25 February 1992 (1992-02-25) column 3, line 39 - column 4, line 24; figures 1-8	1-9
A	-----	1-9
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 05, 30 May 1997 (1997-05-30) -& JP 09 004995 A (MATSUSHITA REFRIG CO LTD), 10 January 1997 (1997-01-10) abstract; figure 1	1,13,14
A	-----	1,15-18
A	DE 199 11 334 A1 (BEHR GMBH & CO) 21 September 2000 (2000-09-21) column 3, line 40 - column 57; figures 1-6	1-9
A	-----	1-9
A	WO 02/12816 A (SHOWA DENKO K.K; KITAZAKI, SATOSHI) 14 February 2002 (2002-02-14) page 2, line 25 - page 4, line 22; figure 1b	1,5
A	-----	1-9
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 09, 30 September 1996 (1996-09-30) -& JP 08 136182 A (TOSHIBA CORP), 31 May 1996 (1996-05-31) abstract; figures 1-5	1,5
A	-----	1,5
A	US 5 485 737 A (DICKERSON ET AL) 23 January 1996 (1996-01-23) column 2, line 53 - column 4, line 19; figures 1-6	1,5

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10056074	A1	08-05-2002	US 2002066553 A1	06-06-2002
EP 0900605	A	10-03-1999	US 5898996 A	04-05-1999
			DE 69820822 D1	05-02-2004
			DE 69820822 T2	01-07-2004
			EP 0900605 A2	10-03-1999
DE 19647964	A1	28-05-1998	EP 0844035 A1	27-05-1998
			US 6212982 B1	10-04-2001
WO 9960322	A	25-11-1999	US 6109344 A	29-08-2000
			US 6179049 B1	30-01-2001
			AU 4192099 A	06-12-1999
			DE 69902382 D1	05-09-2002
			DE 69902382 T2	30-01-2003
			EP 1080335 A1	07-03-2001
			WO 9960322 A1	25-11-1999
			US 6186225 B1	13-02-2001
WO 9531635	A	23-11-1995	DE 9407812 U1	21-07-1994
			AT 160847 T	15-12-1997
			BR 9507686 A	23-09-1997
			CA 2189968 A1	23-11-1995
			DK 759120 T3	02-03-1998
			WO 9531635 A1	23-11-1995
			EP 0759120 A1	26-02-1997
			US 6026570 A	22-02-2000
US 5090477	A	25-02-1992	NONE	
JP 09004995	A	10-01-1997	NONE	
DE 19911334	A1	21-09-2000	AU 4103000 A	04-10-2000
			WO 0055561 A1	21-09-2000
			EP 1163484 A1	19-12-2001
			JP 2002539417 T	19-11-2002
WO 0212816	A	14-02-2002	JP 2002048488 A	15-02-2002
			AU 7770301 A	18-02-2002
			CN 1447900 T	08-10-2003
			WO 0212816 A1	14-02-2002
			US 2004069476 A1	15-04-2004
JP 08136182	A	31-05-1996	NONE	
US 5485737	A	23-01-1996	US 5471857 A	05-12-1995
			CA 2143255 A1	08-09-1995
			DE 19507611 A1	21-09-1995
			GB 2287203 A , B	13-09-1995
			JP 2634384 B2	23-07-1997
			JP 8019820 A	23-01-1996

A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 F28F9/02 F28F27/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F28F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 100 56 074 A1 (BEHR GMBH & CO) 8. Mai 2002 (2002-05-08) Spalte 3, Zeile 20 - Zeile 27 Spalte 6, Zeile 26 - Zeile 44; Abbildungen 1,2,4	1,5,10, 21
X	EP 0 900 605 A (DELPHI TECHNOLOGIES, INC) 10. März 1999 (1999-03-10) Spalte 6, Zeile 3 - Spalte 7, Zeile 37 Spalte 8, Zeile 55 - Spalte 9, Zeile 26; Abbildungen 1-16	1,4,10, 11,19,21
X	DE 196 47 964 A1 (DAIMLER-BENZ AKTIENGESELLSCHAFT, 70567 STUTTGART, DE; DAIMLERCHRYSLER) 28. Mai 1998 (1998-05-28) Spalte 6, Zeile 15 - Spalte 7, Zeile 31; Abbildungen 1,4a-5b	1,4,11
	----- -/-- -----	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

23. Februar 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

02/03/2005

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Beltzung, F

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 99/60322 A (LATTIMORE & TESSMER, INC; HIGGINS, TERRY) 25. November 1999 (1999-11-25) Seite 3, Zeile 28 - Seite 6, Zeile 24; Abbildungen 1-11	1,5,21
A	-----	4,8,11
A	WO 95/31635 A (ZEUNA-STAERKER GMBH & CO. KG; BOEHM, ALFONS; GRESCHER, BERNHARD; SANTI) 23. November 1995 (1995-11-23) Seite 8, Zeile 19 - Seite 11, Zeile 11; Abbildungen 1-5	1-7,20
A	-----	1-8
A	US 5 090 477 A (SPROW ET AL) 25. Februar 1992 (1992-02-25) Spalte 3, Zeile 39 - Spalte 4, Zeile 24; Abbildungen 1-8	1-9
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1997, Nr. 05, 30. Mai 1997 (1997-05-30) -& JP 09 004995 A (MATSUSHITA REFRIG CO LTD), 10. Januar 1997 (1997-01-10) Zusammenfassung; Abbildung 1	1,13,14
A	-----	1,15-18
A	DE 199 11 334 A1 (BEHR GMBH & CO) 21. September 2000 (2000-09-21) Spalte 3, Zeile 40 - Spalte 57; Abbildungen 1-6	1-9
A	-----	1,5
A	WO 02/12816 A (SHOWA DENKO K.K; KITAZAKI, SATOSHI) 14. Februar 2002 (2002-02-14) Seite 2, Zeile 25 - Seite 4, Zeile 22; Abbildung 1b	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1996, Nr. 09, 30. September 1996 (1996-09-30) -& JP 08 136182 A (TOSHIBA CORP), 31. Mai 1996 (1996-05-31) Zusammenfassung; Abbildungen 1-5	
A	-----	
A	US 5 485 737 A (DICKERSON ET AL) 23. Januar 1996 (1996-01-23) Spalte 2, Zeile 53 - Spalte 4, Zeile 19; Abbildungen 1-6	

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10056074	A1	08-05-2002	US 2002066553 A1	06-06-2002
EP 0900605	A	10-03-1999	US 5898996 A	04-05-1999
			DE 69820822 D1	05-02-2004
			DE 69820822 T2	01-07-2004
			EP 0900605 A2	10-03-1999
DE 19647964	A1	28-05-1998	EP 0844035 A1	27-05-1998
			US 6212982 B1	10-04-2001
WO 9960322	A	25-11-1999	US 6109344 A	29-08-2000
			US 6179049 B1	30-01-2001
			AU 4192099 A	06-12-1999
			DE 69902382 D1	05-09-2002
			DE 69902382 T2	30-01-2003
			EP 1080335 A1	07-03-2001
			WO 9960322 A1	25-11-1999
			US 6186225 B1	13-02-2001
WO 9531635	A	23-11-1995	DE 9407812 U1	21-07-1994
			AT 160847 T	15-12-1997
			BR 9507686 A	23-09-1997
			CA 2189968 A1	23-11-1995
			DK 759120 T3	02-03-1998
			WO 9531635 A1	23-11-1995
			EP 0759120 A1	26-02-1997
			US 6026570 A	22-02-2000
US 5090477	A	25-02-1992	KEINE	
JP 09004995	A	10-01-1997	KEINE	
DE 19911334	A1	21-09-2000	AU 4103000 A	04-10-2000
			WO 0055561 A1	21-09-2000
			EP 1163484 A1	19-12-2001
			JP 2002539417 T	19-11-2002
WO 0212816	A	14-02-2002	JP 2002048488 A	15-02-2002
			AU 7770301 A	18-02-2002
			CN 1447900 T	08-10-2003
			WO 0212816 A1	14-02-2002
			US 2004069476 A1	15-04-2004
JP 08136182	A	31-05-1996	KEINE	
US 5485737	A	23-01-1996	US 5471857 A	05-12-1995
			CA 2143255 A1	08-09-1995
			DE 19507611 A1	21-09-1995
			GB 2287203 A, B	13-09-1995
			JP 2634384 B2	23-07-1997
			JP 8019820 A	23-01-1996

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.